

**KAJIAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI PRODUK ETANOLISIS DARI
CAMPURAN MINYAK INTI SAWIT (*Elaeis quineensis* Jacq.) DAN
MINYAK BIJI MENGKUDU (*Morinda citrifolia* L.)**

[Antibacterial Activities of Crude Ethanolysis Product from Mixture of Palm Kernel Oil
and Morinda Seeds Oil]

Murhadi¹⁾ dan Suharyono AS¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 35145
Telp. 0721-781823; e-mail: murhadi_thp@unila.ac.id

ABSTRACT

The objective of this research was to measure antibacterial activities of ethanolysis products that produced through ethanolysis reaction of mixture of palm kernel oil (PKO) and Morinda seeds oil (25:1 and 50:1, w/w) in ethanol solution contained 1% NaOH (v/w based on oil weight) at ratio of 5 : 6 (b/v) and shaken on a shaker (300 rpm, room temp.) for 3, 6, 9 and 12 minutes. Fractionation of ethanolysis products using absolute ethanol (1:3; v/v) and centrifuged at 4.000 rpm for 30 min, yielding Fraction 1 (upper layer) and Fraction 2 (lower layer). Generally, all ethanolysis products showed antibacterial activities against four test bacteria (*E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* and *S. enteritidis*) at range of d values (mm) from 0,93 (*B. cereus*; 3 min) up to 3,87 (*E. coli*; 9 min). Fraction 1 showed the highest antibacterial activity with d values (mm) from 1,20 (*B. cereus*; 9 min) up to 5,63 (*E. coli*; 9 min), while Fraction 2 for all treatments had no antibacterial activity, relatively. Ethanolysis products and its fraction (Fraction 1) were resulted from ethanolysis reaction for 6 and 9 min showed higher antibacterial activities than those for 3 and 12 min.

Keywords: Antibacterial activities, ethanolysis product, Morinda seeds oil, PKO

PENDAHULUAN

Salah satu produk samping industri pengolahan buah sawit menjadi minyak sawit kasar (CPO) adalah minyak inti sawit atau PKO (palm kernel oil) yang banyak digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri pangan dan non pangan. Minyak inti sawit berwarna kuning, dihasilkan dari ekstraksi terhadap daging buah biji (inti) sawit. Komposisi asam lemak PKO berbeda dengan CPO, karena asam lemaknya didominasi oleh asam laurat (12:0) dan asam miristat (14:0), masing-masing 45% dan 18% (Gurr, 1992).

Mengkudu dengan nama spesiesnya *Morinda citrifolia* L. atau juga dikenal

dengan nama buah “noni”, merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia terutama tumbuh liar di halaman rumah dan sekitarnya. Sejak sekitar tahun 2000, buah mengkudu telah diketahui banyak manfaatnya terutama untuk kesehatan manusia dan telah banyak diusahakan untuk pembudidayaan tanaman mengkudu. Mengkudu termasuk famili *Rubiaceae*, tumbuh sedikit membengkok dengan ketinggian antara 3-8 meter disertai cabang yang banyak serta ranting segi empat. Tanaman ini tumbuh di dataran rendah sampai dataran relatif tinggi dengan ketinggian antara 500-1500 meter dari atas permukaan laut (Wijayakusuma dan Dalimartha, 1999).

Sebagai limbah dari pengolahan daging buah mengkudu, di antaranya menjadi produk sari buah mengkudu, serbuk (tepung) mengkudu, selai buah mengkudu, dan untuk keperluan pengobatan dalam bentuk kapsul serta untuk kosmetik, adalah biji buah mengkudu yang belum banyak dimanfaatkan. Biji mengkudu mengandung minyak dengan berbagai komponen asam lemaknya, terutama didominasi oleh asam lemak esensial yaitu asam lemak omega 6 (linoleat; 18:2, n6) yang dapat mencapai 66.8% dan sejumlah kecil asam lemak omega 3 (linolenat; 18:3, n3) serta vitamin E kira-kira 11-25 IU/100 g (John dan Wadsworth, 2002).

Produk etanolisis campuran dari PKO dengan minyak biji mengkudu (MBM) diharapkan cukup potensial sebagai bahan pengawet sekaligus dapat meningkatkan nutrisi asam lemak esensial omega 6 dan 3 pada bahan/produk pangan. Hal ini terutama diharapkan dari kontribusi aktivitas antibakteri dari senyawa monogliserida (MG) terutama dalam bentuk monolaurin (asam laurat; 12:0) yang bersumber dari PKO dan tingginya kandungan asam lemak omega 6 (asam linoleat; 18:2) yang berasal dari MBM. Kombinasi tingginya kandungan asam laurat (12:0; sebagai antimikroba) dan asam linoleat (18:2; asam lemak esensial) dalam produk etanolisis tersebut, diharapkan merupakan kombinasi potensial sebagai pengawet pangan pada produk pangan yang bersesuaian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk-produk MG dalam bentuk monolaurin dan monomiristin (asam miristat; 14:0) terbukti mempunyai aktivitas anti bakteri (Gram + dan Gram -), kamir, dan kapang dengan spektrum luas (Wang *et al.*, 1993; Bautista *et al.*, 1993; Oh dan

Marshall, 1994; Cotton dan Marshall, 1997; Mappiratu, 1999; Mappiratu *et al.*, 2003; dan Rangga *et al.*, 2005), bahkan juga terbukti sebagai anti sel-sel tumor dan HIV-1 (Kovacs *et al.*, 1999). Produk-produk MG tersebut umumnya dihasilkan dari suatu reaksi gliserolisis minyak nabati baik dari reaksi secara kimia (katalis kimia) pada suhu tinggi ($> 210^{\circ}\text{C}$) ataupun secara enzimatis baik komersial atau dari sumber alami.

Kelemahan dengan metode-metode tersebut di antaranya adalah: rusaknya sebagian struktur kimia asam lemak akibat suhu tinggi (pirolisis), waktu yang lama, relatif mahal (enzim komersial), dan rendemen yang masih rendah (enzim dari sumber nabati). Salah satu metode produksi MG dan digliserida (DG) yang cukup potensial adalah dengan reaksi etanolisis minyak nabati pada suhu ruang. Hasanuddin *et al.* (2003), melaporkan bahwa produksi MG dan DG dengan reaksi etanolisis terhadap minyak sawit mentah (CPO) selama 6 menit pada suhu ruang (30°C) dengan nisbah etanol dan CPO adalah 1 : 1 (v/b) dapat menghasilkan fraksi massa MG sejumlah 9.36% (b/b) dari berat sampel.

Penelitian bertujuan untuk mengukur aktivitas antibakteri produk etanolisis dan fraksinya dari campuran PKO dengan MBM (25:1 dan 50:1; b/b) yang direaksikan dengan larutan etanol teknis 96% yang telah mengandung NaOH 1% (b/b campuran minyak) di atas shaker (300 rpm) selama 3, 6, 9 dan 12 menit. Nisbah larutan etanol-NaOH 1% terhadap campuran PKO dengan MBM yang digunakan adalah 1,2 atau 6 : 5 (v/b).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama adalah PKO dan buah mengkudu yang sudah masak/tua. Bahan kimia: heksana p.a., etanol p.a., etanol 96%, NaOH, HCl, sodium sulfat anhidrat, dan akuades. Kultur bakteri: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus cereus* (ATCC 11778), dan *Samonella enteritidis* (ATCC 13076). Media: NA (Nutrient Agar) dan NB (Nutrient Broth). Peralatan terdiri dari: soxhlet, shaker, separating funnel, timbangan analitik, rotavapor, pompa vakum, sentrifuge, penangas air, corong Buchner, otoklaf, vial, jangka sorong. dan alat-alat penunjang penelitian untuk uji antibakteri.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi tahap persiapan bahan, ekstraksi minyak biji mengkudu, produksi produk etanolisis dan fraksinasi produk etanolisis dari campuran PKO dengan MBM.

Persiapan Bahan

PKO diperoleh dari PTPN VII Beker, Lampung Tengah, lalu disaring menggunakan kertas saring (Whatman No. 42) dengan bantuan corong Buchner dan pompa vakum sehingga dihasilkan PKO yang bebas dari kotoran. Buah mengkudu dipilih yang sudah tua/masak, lalu dilakukan pemisahan biji mengkudu dengan mencucinya pada air mengalir, pengeringan biji mengkudu dalam oven 60°C sampai kadar air 8-10%, penggilingan biji mengkudu kering hingga dihasilkan bubuk (serbuk) biji mengkudu kering yang siap diekstraksi minyaknya dengan pelarut heksana.

Ekstraksi Minyak

Ekstraksi bubuk biji mengkudu kering dilakukan terlebih dahulu dengan ekstraksi maserasi dalam pelarut heksana dengan penggoyangan (shaker; 275 rpm, 24 jam), disaring sehingga dihasilkan Filtrat 1 dan residu bubuk biji mengkudu. Selanjutnya residu tersebut diekstrak lagi dengan heksana pada alat soxhlet (24 jam) sehingga dihasilkan Filtrat 2. Filtrat 1 dan Filtrat 2 dicampur lalu dihilangkan pelarutnya (heksana) menggunakan rotary evaporator, disaring (Whatman No. 42) sehingga dihasilkan MBM bebas kotoran.

Produksi Produk Etanolisis

Produksi produk etanolisis dilakukan dengan dua perlakuan, yaitu: (1) Komposisi campuran PKO dengan MBM, terdiri dari 2 taraf, 25:1 dan 50:1 (b/b); dan (2) Waktu reaksi etanolisis terdiri dari 4 taraf, 3, 6, 9 dan 12 menit. Reaksi etanolisis dilakukan dengan penambahan etanol 96% yang telah mengandung NaOH 1% (b/b campuran minyak) dengan nisbah terhadap campuran PKO dengan MBM adalah 1,2 (v/b) atau 6 : 5 (v/b). Penelitian ini dilakukan secara deskriptif (3 kali ulangan) dan data yang diperoleh disajikan dalam bentuk histogram/grafik, lalu dianalisis secara deskriptif.

Prosedur percobaan mengikuti prosedur yang telah dikembangkan oleh Hasanuddin *et al.* (2003) dengan modifikasi. Sejumlah (mL) etanol 96% yang telah mengandung NaOH 1% ditambah sejumlah (g) campuran PKO dengan MBM (sesuai perlakuan) dengan nisbah 1,2 (v/b), direaksikan di dalam Erlenmayer 250 mL (tertutup), lalu digoyang di atas shaker (kecepatan 300 rpm) selama 3, 6, 9 atau 12 menit (sesuai perlakuan) pada suhu ruang ($28 \pm 1^\circ\text{C}$) dengan volume reaksi kurang lebih 100 mL. Etanol sisa dipisahkan dalam

labu pemisah, dicuci dengan akuades hingga lapisan bawah relatif jernih. Lapisan atas (produk etanolisis) dibebaskan dari kandungan airnya dengan menambahkan Na_2SO_4 anhidrat, lalu disaring. Terhadap masing-masing produk etanolisis tersebut, dihitung rendemen dan diuji aktivitas antibakterinya.

Fraksinasi Produk Etanolisis

Fraksinasi produk etanolisis menggunakan metode pemusingan (sentrifuge; Mappiratu, 1999; Rangga *et al.*, 2005) dalam pelarut etanol p.a dengan perbandingan produk etanolisis dan pelarut = 1 : 3 (v/v). Sebelum pemusingan, produk etanolisis didinginkan dalam lemari pendingin ($2-4^\circ\text{C}$) selama 1 jam. Pemusingan berlangsung selama 30 menit pada kecepatan putar 4.000 rpm sehingga menghasilkan dua fraksi terpisah (Fraksi 1 dan Fraksi 2). Terhadap masing-masing fraksi, diuji aktivitas antibakterinya.

Pengujian Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan terhadap produk etanolisis dan fraksinya menggunakan metode difusi agar/sumur (Gariga *et al.*, 1983; Murhadi, 2002; Rangga *et al.*, 2005). Pengujian aktivitas antibakteri produk etanolisis PKO-MBM dan fraksinya dilakukan terhadap enam jenis sampel, yaitu: (1) Sampel A = produk etanolisis PKO-MBM tanpa pengenceran; (2) Sampel B = produk etanolisis PKO-MBM dengan pengenceran menggunakan etanol (1:3, v/v); (3) Sampel C = Fraksi 1 yaitu lapisan atas; (4) Sampel D = pengenceran Fraksi 1 dengan etanol (1:3, v/v); (5) Sampel E = Fraksi 2 yaitu lapisan bawah; dan (6) Sampel F = pengenceran Fraksi 2 dengan etanol (1:3, v/v).

Masing-masing kultur bakteri murni disebarkan di dalam medium NB steril selama 24 jam pada 37°C , dihomogenkan

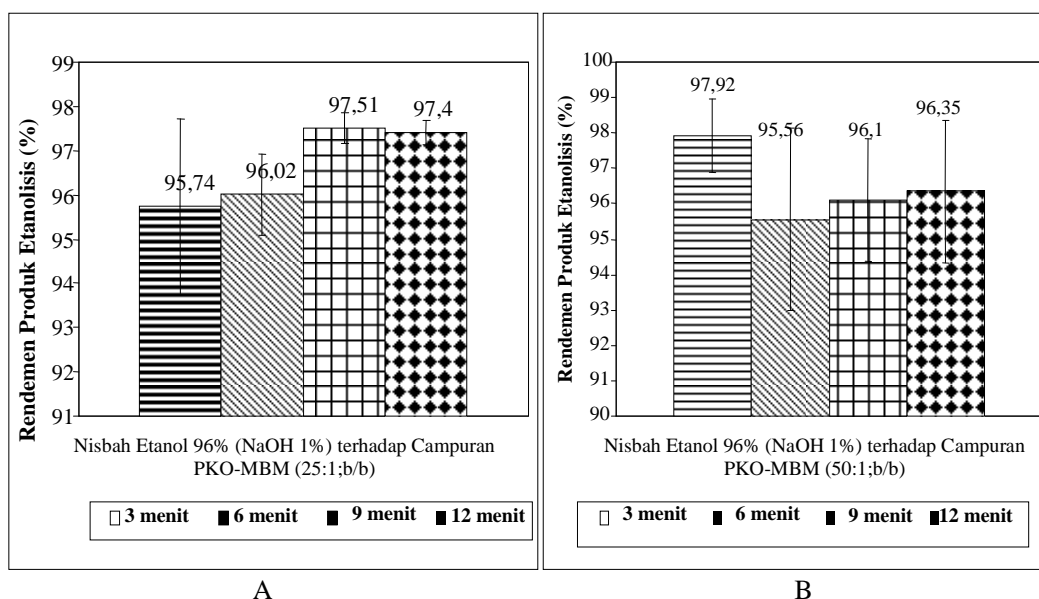
(vorteks), diinokulasikan sebanyak 20 μL ke dalam Erlenmeyer yang berisi 20 mL medium agar cair (NA, $44-45^\circ\text{C}$) steril, dikocok merata, kemudian dituang ke dalam cawan petri (100 x 15 mm) steril dan dibiarkan sampai membeku. Selanjutnya dibuat 5 lubang (sumur) secara aseptis dengan diameter sumur 6.0 mm (seragam). Ke dalam tiap lubang, diinokulasi dengan 60 μL produk etanolisis atau fraksinya (dengan dan tanpa pengenceran). Sebagai kontrol, diinokulasi sebanyak 60 μL etanol 96%. Zona penghambatan yang diukur adalah radius (r, mm) penghambatan berupa areal bening di sekeliling sumur uji, setelah diinkubasi selama 24 jam pada 37°C . Pengukuran jari-jari (r, mm) zona hambat di sekeliling sumur uji dilakukan dengan cara mengukur jarak dari tepi sumur uji ke batas lingkaran zona hambat menggunakan jangka sorong (ketelitian 0.01 mm) pada beberapa sisi sumur uji, lalu dirata-ratakan. Selanjutnya nilai d (mm) dapat dihitung dengan rumus: $2 \times r$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna PKO yang telah disaring adalah kuning cerah, relatif sama dengan warna MBM hasil ekstraksi dari biji mengkudu. Berat jenis PKO dengan MBM juga relatif sama, masing-masing adalah 0,9198 dan 0,9177, sehingga mudah dicampurkan.

Rendemen Produk Etanolisis

Histogram rendemen produk etanolisis kasar dari reaksi etanolisis campuran PKO dengan MBM, masing-masing untuk perlakuan dengan perbandingan 25:1 (b/b) dan 50:1 (b/b) serta perbedaan waktu etanolisis selama 3, 6, 9 dan 12 menit, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram rendemen produk etanolisis campuran dan minyak biji mengkudu dengan perbandingan 1:25 (b/b; A) dan 1:50 (b/b; B)

Pola rendemen produk etanolisis kasar pada perlakuan PKO : MBM baik untuk perbandingan 25:1 (b/b) maupun 50:1 (b/b) relatif sama dengan semakin lama waktu reaksi etanolisis pada selang waktu 3 sampai 12 menit, yaitu dengan rendemen berkisar antara 95,56 – 97,92%.

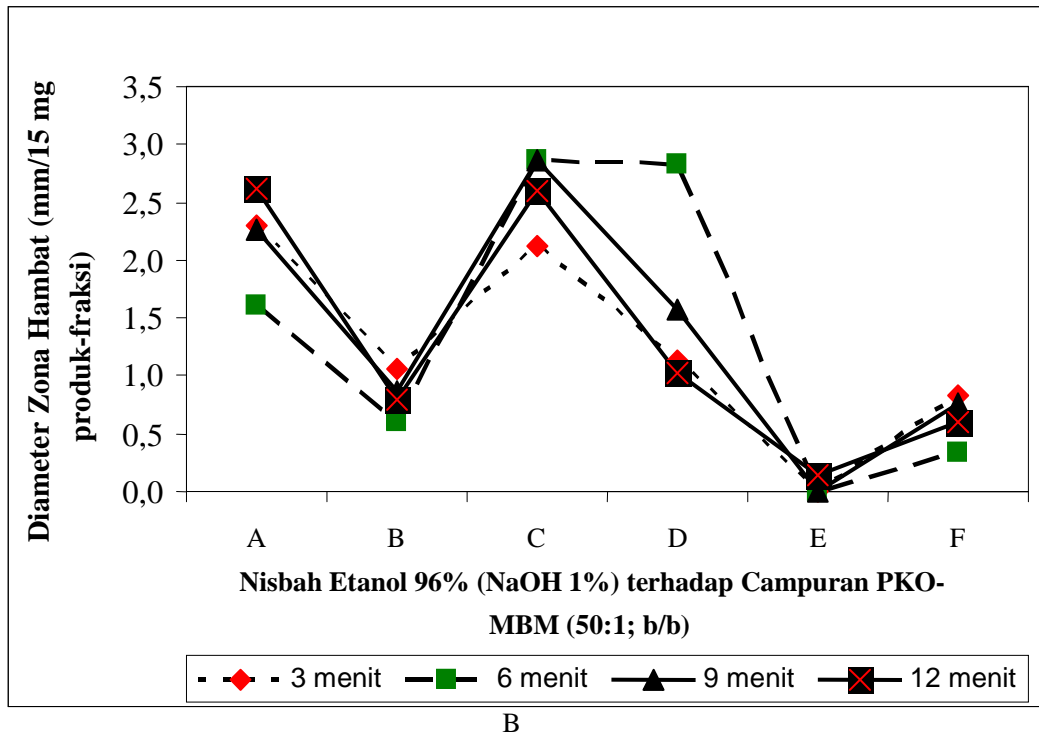
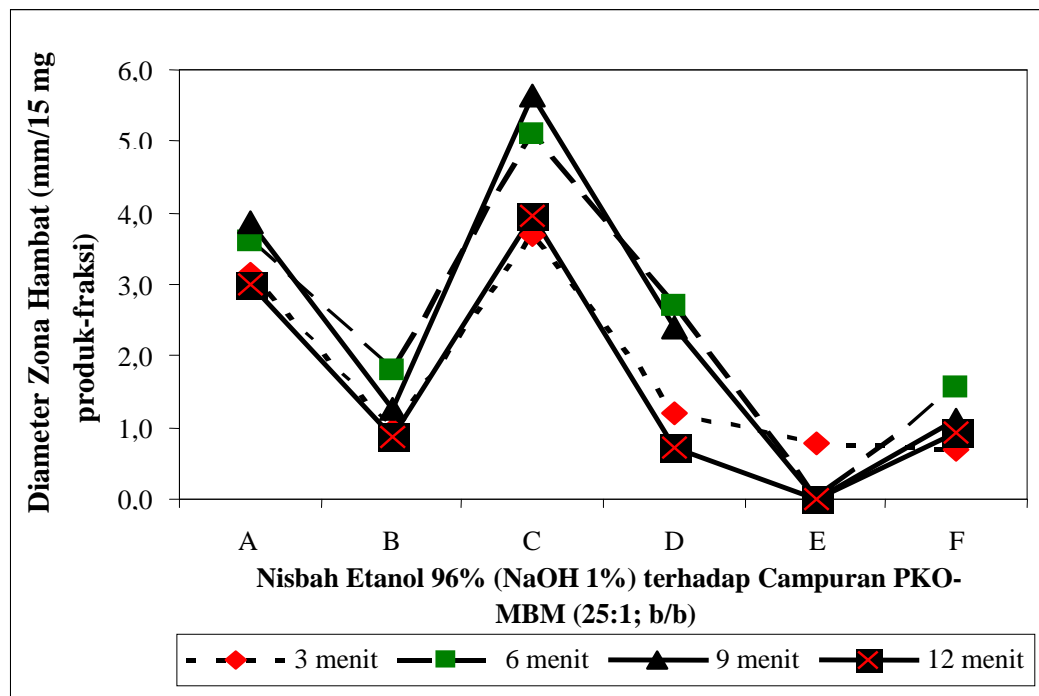
Aktivitas Antibakteri

Grafik aktivitas antibakteri produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM serta fraksinya terhadap *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* dan *S. enteritidis* dengan perlakuan lama reaksi etanolisis (3, 6, 9, dan 12 menit), masing-masing dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, dan Gambar 5.

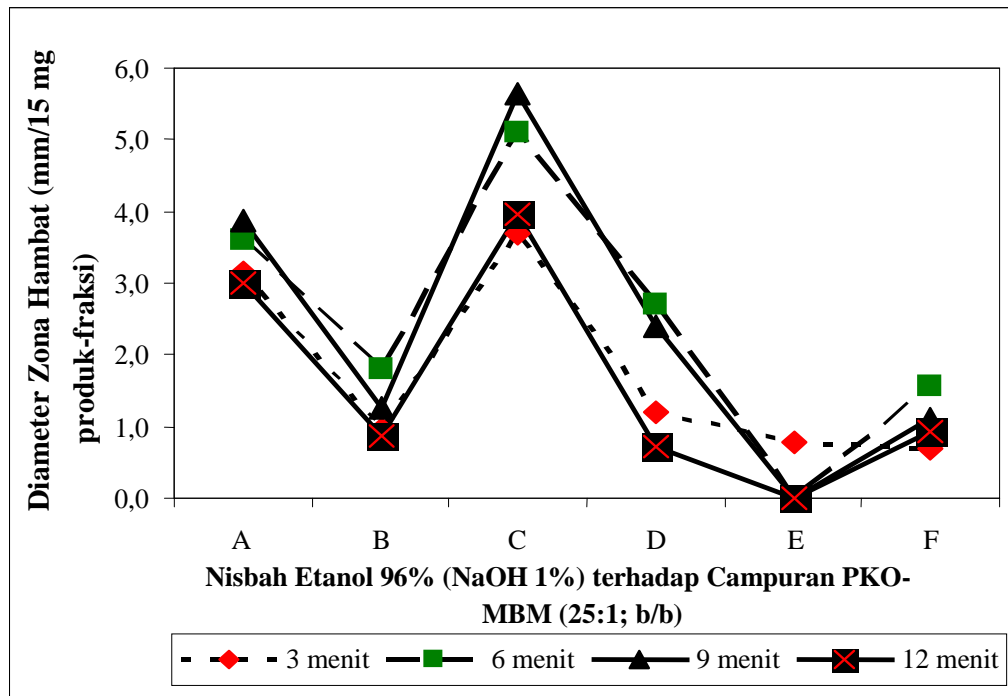
Produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM memiliki aktivitas antibakteri terhadap empat bakteri penguji dengan kisaran nilai diameter (mm) zona penghambatan antara 2,27 (*B. cereus*; 9 menit) hingga 3,87 (*E. coli*; 9 menit) untuk campuran PKO dengan MBM = 25: 1 (b/b), sedangkan untuk perbandingan 50 : 1 (b/b)

adalah 0,93 (*B. cereus*; 3 menit) sampai 3,12 (*S. aureus*; 6 menit).

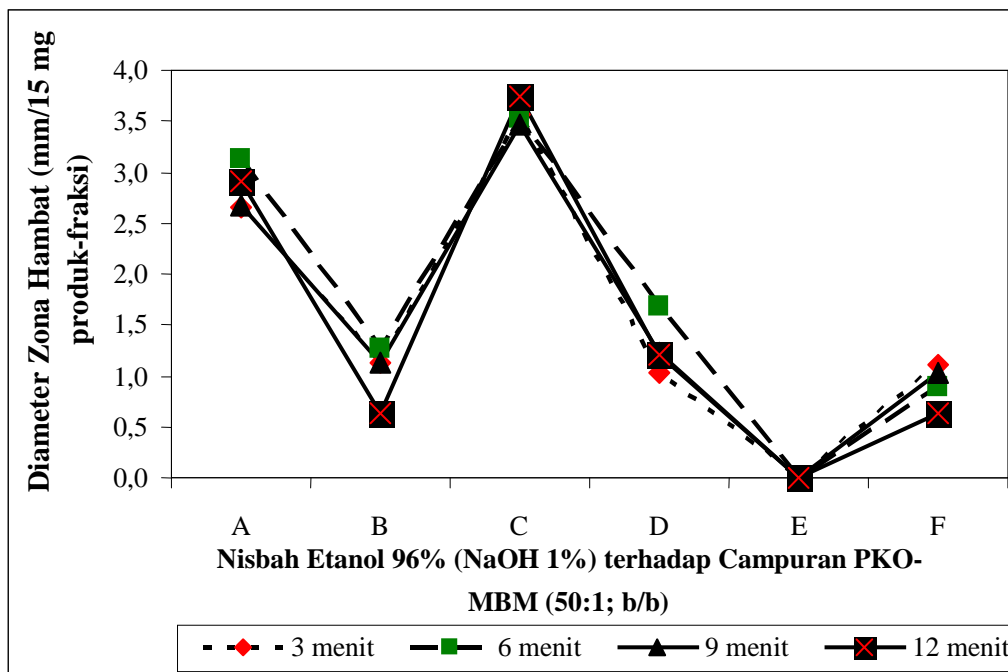
Fraksinasi dengan cara sentrifusi 4000 rpm 30 menit terhadap produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM menghasilkan 2 fraksi, yaitu Fraksi 1 sebagai lapisan atas (Sampel C) dan Fraksi 2 sebagai lapisan bawah/endapan (Sampel E). Aktivitas antibakteri Fraksi 1 lebih tinggi dibandingkan dengan produk etanolisis kasarnya dengan kisaran nilai diameter (mm) penghambatan antara 2,91 (*B. cereus*; 12 menit) hingga 5,63 (*E. coli*; 9 menit) untuk campuran PKO dengan MBM = 25 : 1 (b/b), sedangkan untuk perbandingan 50 : 1 (b/b) adalah 1,20 (*B. cereus*; 9 menit) sampai 3,75 (*S. aureus*; 12 menit). Sementara Fraksi 2 relatif tidak memiliki aktivitas antibakteri untuk semua perlakuan. Pengenceran terhadap produk etanolisis kasar atau fraksinya, masing-masing menggunakan etanol (1:3, b/v), rata-rata menurunkan daya aktivitas antibakterinya.



Gambar 2. Grafik diameter zona hambat produk etanolisis PKO-MBM (A = 25:1; B = 50:1) dan fraksinya terhadap *E. coli*

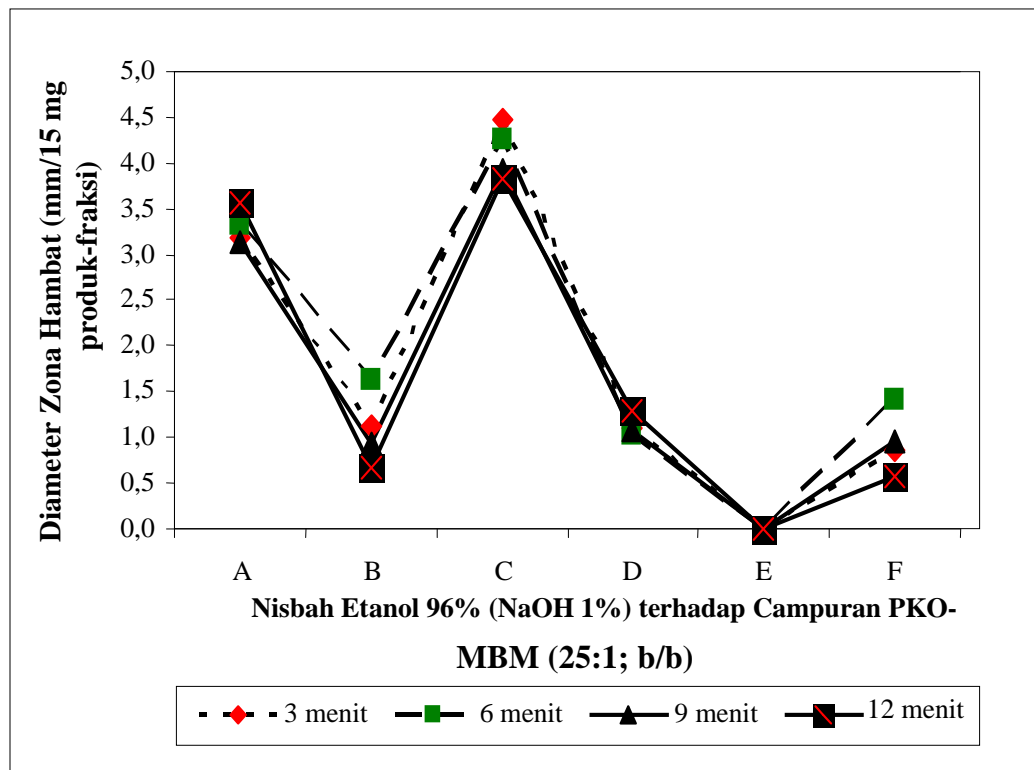


A

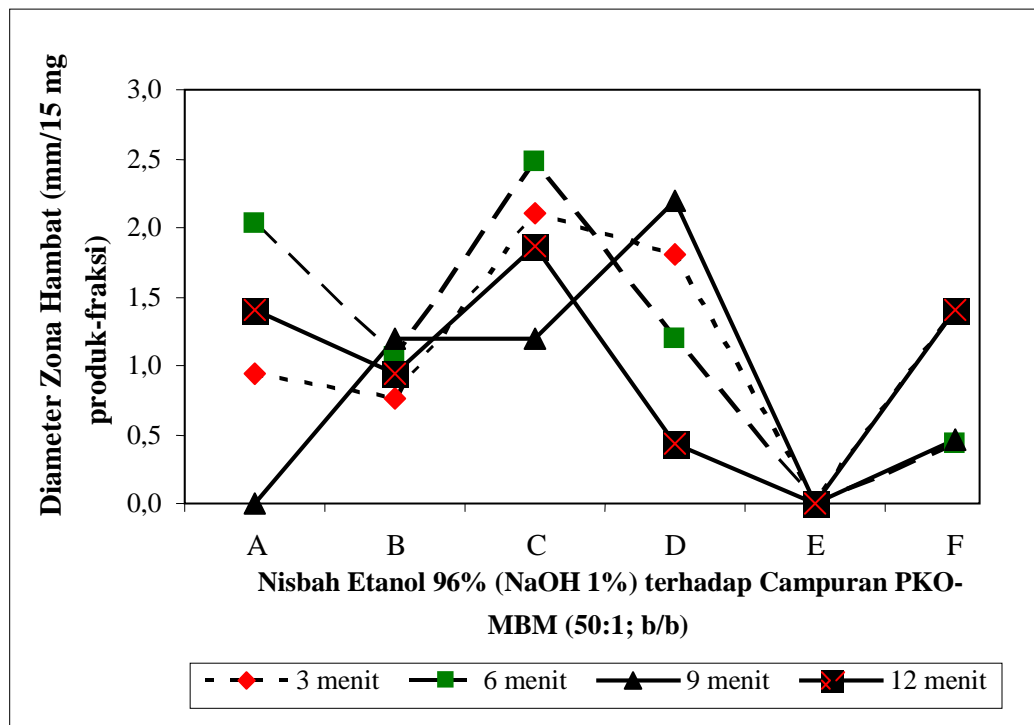


B

Gambar 3. Grafik diameter zona hambat produk etanolisis PKO-MBM (A = 25:1; B = 50:1) dan fraksinya terhadap *S. aureus*

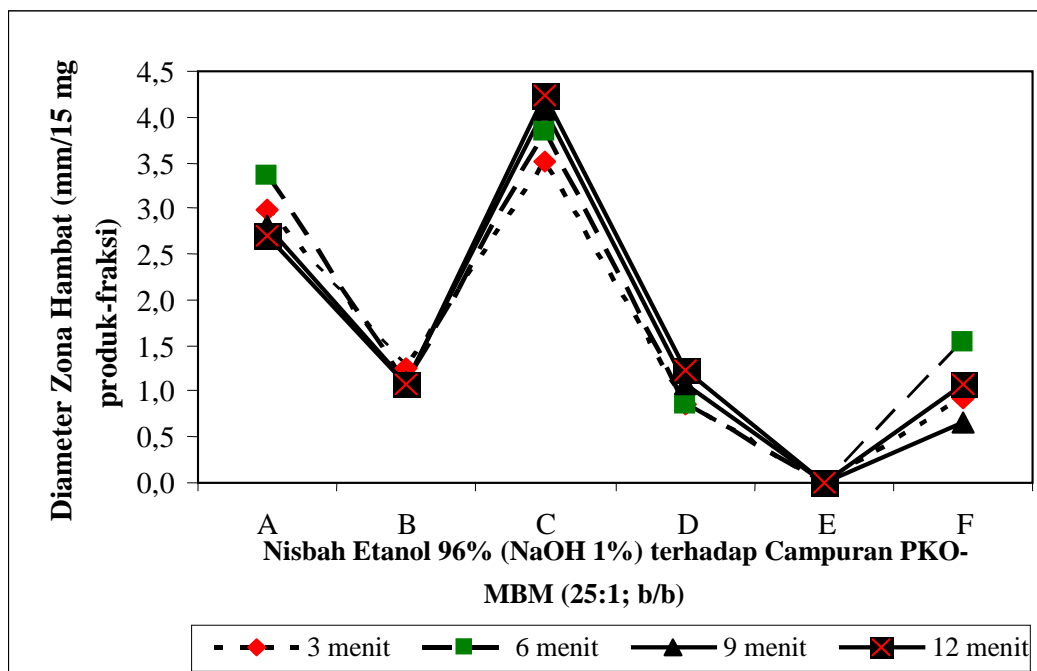


A

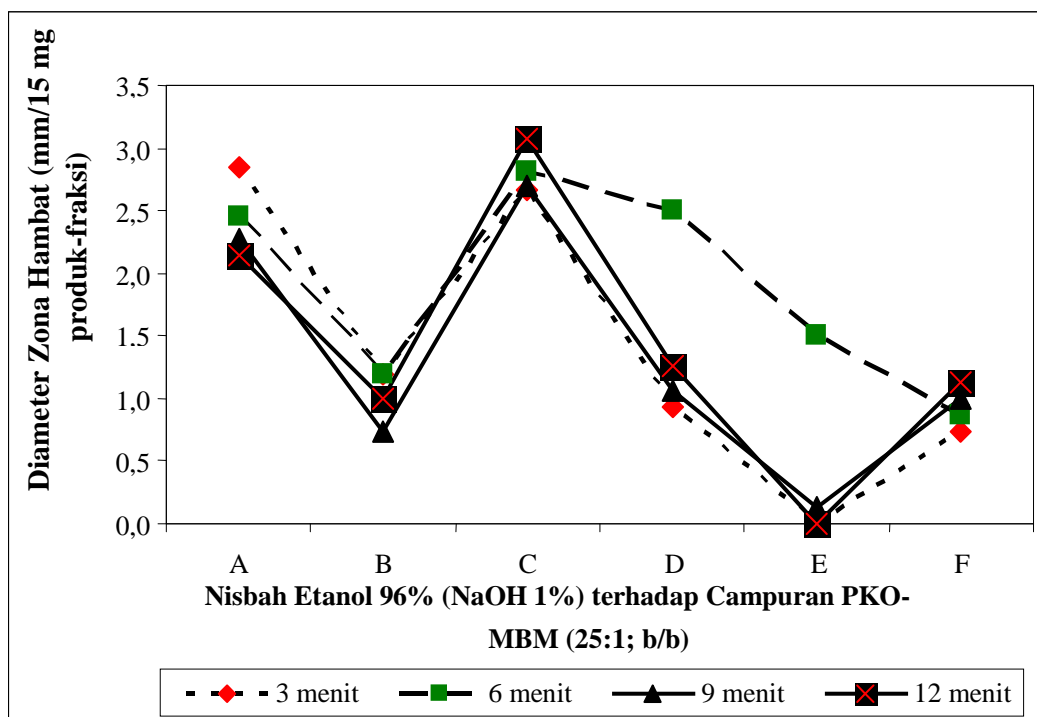


B

Gambar 4. Grafik diameter zona hambat produk etanolisis PKO-MBM (A = 25:1; B = 50:1) dan fraksinya terhadap *B. cereus*



A



B

Gambar 5. Grafik diameter zona hambat produk etanolisis PKO-MBM (A = 25:1; B = 50:1) dan fraksinya terhadap *S. enteritidis*

Fraksi 1 diduga merupakan campuran monogliserida (MG) dan digliserida (DG) dari proses etanolisis campuran PKO dengan MBM yang memiliki aktivitas antibakteri dan bersifat semipolar menuju polar, sehingga sangat larut dalam etanol. Diketahui bahwa etanol bersifat polar dengan karakteristik nilai $\epsilon = 0,68$ (Moyler dalam Ashurst; 1995) dan konstanta dielektrik (25°C) = 24,30 (Pomerans dan Meloan, 1994) yang dapat melarutkan substansi polar (Houghton dan Raman, 1998) termasuk MG dan DG. Ester asam lemak dengan gliserol dalam bentuk MG dengan komposisi asam lemaknya adalah asam laurat (12:0) misalnya yang berasal dari minyak kelapa (Wang *et al.*, 1993; Mappiratu, 1999; Mappiratu *et al.*, 2003) atau dari PKO (Rangga *et al.*, 2005) telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba dengan spektrum luas.

Fraksi 2 merupakan lapisan bawah (kurang larut dalam etanol/mengendap) dari hasil fraksinasi produk etanolisis campuran PKO dengan MBM relatif tidak memiliki aktivitas antibakteri, yang diduga merupakan sisa trigliserida (TG) dari proses etanolisis tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM masih merupakan gabungan antara MG, DG dan sisa TG dari campuran PKO dengan MBM. Sehubungan dengan aktivitas antimikroba asam-asam lemak dari sumber minyak atau lemak tanaman, diketahui bahwa lemak (dalam bentuk TG) tidak memiliki efek penghambatan terhadap mikroba, kecuali yang mengandung asam-asam lemak berantai karbon rendah-sedang khususnya dalam bentuk MG atau asam lemak bebas (Kabara dalam Branen dan Davidson, 1983).

Aktivitas antibakteri produk etanolisis campuran PKO dengan MBM (25:1 dan 50:1, b/b) dan fraksi-fraksinya tertinggi adalah pada perlakuan reaksi etanolisis selama 6 dan 9 menit untuk Fraksi 1, khususnya terhadap bakteri uji *E. coli* dan *B. cereus* (Gambar 3 dan 5), sedangkan terhadap bakteri *S. aureus* dan *S. enteritidis* untuk reaksi etanolisis selama 12 menit, juga untuk Fraksi 1 (Gambar 4 dan 6). Reaksi etanolisis terhadap minyak sawit kasar (CPO) pada selang waktu reaksi 5 sampai 8 menit lebih optimal menghasilkan MG dan etil ester ketiga, lebih tinggi dari pada etanolisis CPO untuk menghasilkan DG dan etil ester pertama (Hasanuddin *et al.*, 2003).

KESIMPULAN

Produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM memiliki aktivitas antibakteri terhadap empat bakteri penguji (*E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* dan *S. enteritidis*) dengan kisaran nilai diameter (mm) zona penghambatan antara 2,27 (*B. cereus*; 9 menit) sampai 3,87 (*E. coli*; 9 menit) untuk campuran PKO dengan MBM = 25: 1 (b/b), sedangkan untuk perbandingan 50 : 1 (b/b) adalah 0,93 (*B. cereus*; 3 menit) sampai 3,12 (*S. aureus*; 6 menit).

Aktivitas antibakteri Fraksi 1 lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antibakteri produk etanolisis kasarnya, dengan kisaran nilai diameter (mm) zona penghambatan Fraksi 1 antara 2,91 (*B. cereus*; 12 menit) hingga 5,63 (*E. coli*; 9 menit) untuk campuran PKO dengan MBM = 25 : 1 (b/b), sedangkan untuk perbandingan 50 : 1 (b/b) adalah 1,20 (*B. cereus*; 9 menit) sampai 3,75 (*S. aureus*; 12 menit). Sementara Fraksi 2 relatif tidak

memiliki aktivitas antibakteri untuk semua perlakuan.

Secara keseluruhan, diameter zona penghambatan baik pada produk etanolisis kasar dari campuran PKO dengan MBM maupun pada fraksi-fraksinya terhadap 4 bakteri penguji (*E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* dan *S. enteritidis*) relatif masih rendah, yaitu di bawah 6,00 mm. Untuk itu masih perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memodifikasi proses etanolisis campuran PKO dengan MBM dan mengoptimalkan proses fraksinasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, yang telah membiayai penelitian ini yaitu pada Program Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2007 berdasarkan Surat Perjanjian Kontrak antara Lembaga Penelitian Unila dengan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Nomor: 028/SP2H/PP/DP2M/ III/2007 tanggal 29 Maret 2007.

DAFTAR PUSTAKA

- Bautista, D. A., A. R. Hill, and M. W. Griffiths. 1993. An all natural approach to preserve cottage cheese. *Modern Dairy*. 72(1):12-13.
- Cotton, L.N. and D.L. Marshall. 1997. Monolaurin preparation methods effects activity against vegetative cell of *Bacillus cereus*. *J. Food Sci. Technol.* 30(8):830-832.
- Gariga, M., M. Hugas, T. Aymerich, and J.M. Monfort. 1983. Bacteriogenic activity of *Lactobacilli* from fermented sausage. *App. Bacteriol.* 75:142-148.
- Gurr, M.I. 1992. *Role of Fats in Food and Nutrition*. Elsevier Appl. Sci. New York.
- Hasanuddin, A., Mappiratu, dan G.S. Hutomo. 2003. Pola Perubahan Mono dan Diasilgliserol dalam Reaksi Etanolisis Minyak Sawit Mentah. *J. Teknol. dan Industri Pangan*. XIV(3): 241-246.
- Houghton, P.J. and A. Raman. 1998. *Laboratory Handbook for The Fractionation of Natural Extracts*. Chapman & Hall. London.
- John, J. and Wadsworth. 2002. Morinda Citrifolia Oil. United States Patent. Di dalam <http://www.Patft.USpto.Gov/Netacgi/Nph-Parser>. Diakses Tanggal 10 Juni 2008.
- Kabara, J.J. Medium-chain fatty acids and esters. In Branen, A. L. and P.M. Davidson. 1983. *Antimicrobials in Foods*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Kovacs, A., M. Schluchter, and K. Easley. 1999. Cytomegalovirus infection and HIV-1 disease progression in infant born to HIV-1-infected women. *New England J. Medicine*. 341: 77-84.
- Mappiratu. 1999. Penggunaan Biokatalis Dedak Padi dalam Biosintesis Antimikroba Monoasilgliserol dari Minyak Kelapa. Disertasi S3. PPs IPB. Bogor.
- Mappiratu, D. Fardiaz, dan A. Hasanuddin. 2003. Produksi dan Aplikasi Produk Monoasilgliserol dari Minyak Kelapa dalam Pengolahan Santan Awet. *J.*

- Teknologi & Industri Pangan. XIV(3): 233-240.
- Moyler, D.A. Oleoresins, tinctures, and extracts. In Ashurst, P.R. (Ed.). 1995. Food Flavorings. Blackie Academic & Profesional. New York.
- Murhadi. 2002. Isolasi dan Karakterisasi Komponen Antibakteri dari Biji Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk). Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Oh, D.H. and D.L. Marshall. 1994. Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurat with organic acids. J. Food Sci. 59(6): 1258-1261.
- Rangga, A., Murhadi, F. Nuraeni, dan Pitutur. 2005. Produksi dan Kajian Aktivitas Antibakteri Produk Gliserolisis dari Minyak Inti Sawit (PKO). Bahan Seminar Nasional Research and Studies TPSDP Dikti Depdiknas. Yogyakarta, Mei 2005.
- Wang, L.L., B.K. Yang, K.L. Parkin, and E.A. Johnson. 1993. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by monoacylglycerols synthesized from coconut oil and milk fat by lipase-catalyzed glycerolysis. J. Agric. Food Chem. 41: 1000-1005.